

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-66649

(43)公開日 平成11年(1999)3月9日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 11 B 9/00

G 11 B 9/00

審査請求 未請求 請求項の数27 O.L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-214492

(71)出願人 000002185

(22)出願日 平成9年(1997)8月8日

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 荒谷 勝久

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

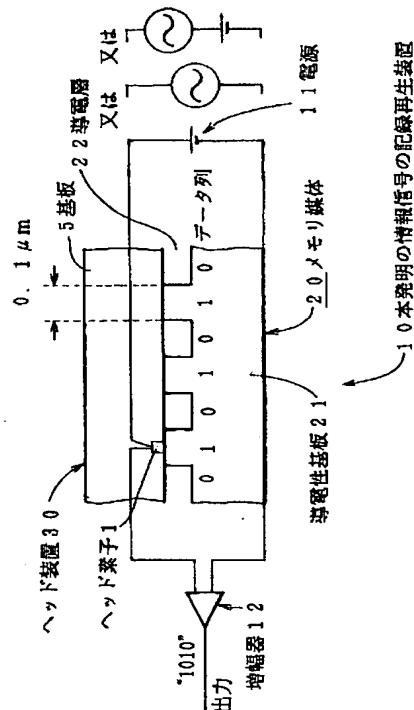
(74)代理人 弁理士 高橋 光男

(54)【発明の名称】 情報信号の記録再生方式、その記録再生装置、記録再生用ヘッド装置、メモリ媒体、ヘッド素子
及びそのヘッド素子の製造方法

(57)【要約】

【課題】 μ sオーダーのアクセス速度、1~10GB/ cm^2 の記録密度、Gb/sオーダーのデータ転送速度を有する情報信号の記録再生装置を得ること。

【解決手段】 本発明の記録再生装置10は、複数個の微小なヘッド素子1が2次元に配列されたヘッド装置30を記録面が複数のセクタ23に分割されて2次元に配列されたメモリ媒体20に対向させ、両者を相対的に2次元的に僅かな距離づつ移動させながらメモリ媒体20中の情報信号を高速で再生するものである。図1~図4にヘッド素子1の先端部の形状が、図6にヘッド装置30が、図7にメモリ媒体20が、そして図8~図10にヘッド素子1及びヘッド装置30の製造工程が示されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端に $0.1 \mu\text{m}^2$ 以下で、メモリ媒体の記録セルサイズ或いは1ビットの面積の1/10以上の面積の平坦部が形成されていることを特徴とする情報信号を記録し、または再生するためのヘッド素子。

【請求項2】 ヘッド素子の先端部が基板面に対して垂直方向に長い柱状で形成されていることを特徴とするヘッド素子。

【請求項3】 請求項1及び請求項2に記載のヘッド素子の先端部が情報信号を記録または検出する導電性部材と該導電性部分に隣接して情報信号を記録または検出することができない非導電性部材とで形成されていることを特徴とするヘッド素子。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3に記載のヘッド素子が複数個所定のピッチで基板の表面に2次元的に配列されていることを特徴とするヘッド装置。

【請求項5】 請求項1乃至請求項3に記載のヘッド素子が複数個同一の基板上に25ヘッド/ cm^2 以上の密度で形成されていることを特徴とするヘッド装置。

【請求項6】 基板が導電性基板で構成されていることを特徴とする請求項2乃至請求項5に記載のヘッド素子またはヘッド装置。

【請求項7】 複数個のヘッド素子が基板面に対してそれぞれ独立的に所定の距離だけ垂直方向に移動できる機構を備えて形成されていることを特徴とするヘッド装置。

【請求項8】 前記各ヘッド素子が静電気力或いは圧電効果によりX軸方向、Y軸方向或いは双方に微小距離駆動されることを特徴とする請求項1乃至請求項7に記載のヘッド素子またはヘッド装置。

【請求項9】 記録面に2次元的に記録しようとする情報信号でアドレス信号が形成されることを特徴とするメモリ媒体。

【請求項10】 記録面に2次元的に凹凸ピットでアドレス信号が形成されていることを特徴とするメモリ媒体。

【請求項11】 情報信号の記録面が情報信号を記録または再生しようとする請求項4乃至請求項8に記載のヘッド装置のヘッド素子数と同数の情報信号記録セクタに分割されていることを特徴とするメモリ媒体。

【請求項12】 射出成形或いは押し出し成形により、表面に情報信号に対応する凹凸が形成されていることを特徴とするメモリ媒体。

【請求項13】 基板が導電性材料で形成された、或いは非導電性基板の表面に薄膜の導電層が形成されていることを特徴とする請求項9乃至請求項12に記載のメモリ媒体。

【請求項14】 記録面が導電性のある炭素或いはダイアモンドライクカーボン薄膜で被覆されていることを特徴とする請求項13に記載のメモリ媒体。

【請求項15】 凹凸のない平坦な基板或いは一部に凹凸が形成された基板の表面が、ヘッド素子で局所的な電界、電流、熱、圧力を印加することにより、印加前と印加後とで前記ヘッド素子との間でインピーダンスが局所的に変化する材料の薄膜で被覆されていることを特徴とするメモリ媒体。

【請求項16】 平坦な記録面を備えたメモリ媒体に、2次元的に配列され、先端に $0.1 \mu\text{m}^2$ 以下の面積の平坦部が形成されている複数のヘッド素子を備えたヘッド装置を対向させて、隣接する前記ヘッド素子間の距離以上に前記メモリ媒体と前記ヘッド装置とを相対的に移動させながら、前記記録面の所定位置に情報信号を 1 Gbit/cm^2 以上の記録密度の形式で記録し、または所定の前記記録面に予め記録されている前記形式の情報信号を前記ヘッド装置にて再生することを特徴とする情報信号の記録再生方式。

【請求項17】 請求項11に記載のメモリ媒体の記録面に形成された各セクタに 1 Gbit/cm^2 以上の記録密度の凹凸の形式で同一情報信号系列の情報信号が異なる前記セクタに分散して記録される、或いは記録されていることを特徴とする情報信号の記録再生方式。

【請求項18】 情報信号がメモリ媒体の記録面に凹凸の形式で記録され、或いは前記記録面に凹凸の形式で記録されている情報信号を再生することを特徴とする請求項16及び請求項17に記載の情報信号の記録再生方式。

【請求項19】 前記ヘッド素子と前記メモリ媒体の記録面との間に電界を印加し、情報信号に対応する前記凹凸により変化する前記ヘッド素子と前記メモリ媒体との間のインピーダンスを検出することによって記録面に凹凸の形式で記録された情報信号を再生することを特徴とする請求項18に記載の情報信号の記録再生方式。

【請求項20】 前記ヘッド素子の先端部が前記凹部に接触せず、凸部のみに接触しながら前記ヘッド素子と前記メモリ媒体の記録面との間のインピーダンスを検出することによって記録面に凹凸の形式で記録された情報信号を再生することを特徴とする請求項19に記載の情報信号の記録再生方式。

【請求項21】 前記ヘッド素子の先端部と前記メモリ媒体の記録面との間にヘッド装置の駆動部の機械的な一次共振周波数より高い周波数の電界を印加し、情報信号に応じて変調された電流を検出して情報信号を再生することを特徴とする請求項16乃至18に記載の情報信号の記録再生方式。

【請求項22】 前記ヘッド装置の一部のヘッド素子を前記メモリ媒体の記録面に対向させた状態で、前記ヘッド装置と前記メモリ媒体とを相対的に移動させながら情報信号を記録し、または再生することを特徴とする請求項16乃至請求項21に記載の情報信号の記録再生方式。

【請求項23】 平坦な情報信号記録面を備えたメモリ媒体と、

該メモリ媒体の前記情報信号記録面に平行に対向して配設された、請求項1に記載のヘッド素子が複数個所定のピッチで2次元的に配列されているヘッド装置と、前記メモリ媒体の前記情報信号記録面と前記各ヘッド素子との間に電界、電流、熱或いは圧力を印加する印加装置と、

前記メモリ媒体とヘッド装置とを極微小距離相対的に移動させる駆動装置と、

前記ヘッド装置の各ヘッド素子に記録しようとする情報信号を供給する、または前記各ヘッド素子が記録されている情報信号を検出した情報信号を取り出す記録再生回路と、から構成されていることを特徴とする情報信号の記録再生装置。

【請求項24】 前記印加装置は前記ヘッド装置の各ヘッド素子の先端部と前記メモリ媒体の記録面との間に前記駆動部の機械的な一次共振周波数より高い周波数の電界を印加することを特徴とする請求項24に記載の情報信号の記録再生装置。

【請求項25】 偏平な導電性基板の平面に中央部が断面台形状になるようにレジストからなる犠牲層を形成する第1工程と、

前記犠牲層の表面から前記導電性基板の平面にわたって1～数 μm の厚さの金属膜を形成する第2工程と、前記金属膜の台形中央部に対称的なバネパターンを形成する第3工程と、前記バネパターンの中央部に1辺が前記金属膜以下の微小面積のレジスト膜を形成する第4工程と、

前記微小レジスト膜と金属膜とが完全に分離する直前まで前記金属膜をエッティングして、先端に平坦部が形成された微小ヘッド素子を形成する第5工程と、

前記犠牲層及び前記微小レジスト膜を除去して前記金属膜で前記微小ヘッド素子を弾力的に支持するバネを形成する第6工程と、からなる微小ヘッド素子の製造方法。

【請求項26】 少なくとも表面に導電性を有する基板のその表面に所定の厚さの絶縁膜を形成する第1工程と、

前記絶縁膜の所定の位置に、製造目的とする柱状ヘッド素子の断面に相当する部分以外の部分にマスクを施す第2工程と、

前記柱状ヘッド素子の断面に相当する部分の前記絶縁膜を除去する第3工程と、

前記絶縁膜が除去された部分にメッキなどにより金属を成長させて前記柱状ヘッド素子を形成する第4工程とからなる微小ヘッド素子の製造方法。

【請求項27】 2次元的に情報が配列されて記録されている平面的なメモリ媒体に記憶されている信号を、そのメモリ媒体の前記情報信号記録面に平行に対向して配

設されたヘッド素子と前記メモリ媒体とを相対的に移動させながら再生を行う際に、前記ヘッド素子が前記メモリ媒体上の所定の信号列にトラッキング制御されることなく、前記メモリ媒体上の2次元の信号配列のそれぞれの周期の半分以下の間隔で2次元的に再生信号をサンプリングし、バッファメモリに所定量、データを一時記憶させ、前記再生信号の中から前記メモリ媒体に記憶されている2次元の位置情報であるアドレス信号を識別し、前記アドレス信号が再生された時間、前記ヘッド素子と前記メモリ媒体との相対速度、方向及び前記バッファメモリに貯えられたデータ列とを信号処理することにより、前記メモリ媒体上の所望する特定位置のデータ内容を解読することを特徴とする情報信号の記録再生方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報信号をメモリ媒体に比較的高密度でデジタル的に記録し、またはメモリ媒体に比較的高密度でデジタル的に予め記録されている情報信号を再生（或いは検出）するための情報信号の記録再生方式及びその記録再生用ヘッド装置、メモリ媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、大容量メモリとしてはDRAM、Flashメモリに代表される半導体メモリ、ビデオレコーダーに代表される磁気テープ、コンパクトディスク、ハードディスクに代用されるディスクメモリがあるが、これらは、それぞれビット単価が高い、アクセス速度が遅いなどの問題を抱えており、今後ますますデータ転送速度及びデータ容量が上がるマイクロプロセッサー、ネットワークなどの情報入出力装置を快適に使いこなすことができない。従来のハードディスク、光ディスク或いは磁気テープ装置は単位データ（ビット）当たりのコストは半導体メモリと比較して2桁以上安い。しかしながら、アクセス時間、データ転送時間及び装置の体積は半導体メモリと比較にならないほど劣っている。

【0003】ビット当たりのコストが磁気ディスク、光ディスク程度でありながら、アクセス時間、データ転送時間及び装置の体積が半導体メモリなみの再生専用メモリ及び記録可能なメモリを実現することは、コンピュータの性能及び情報ネットワークでの通信速度の向上により取り扱うデータ量の膨大化及び高速化が増している今日、理想的なメモリである。

【0004】半導体チップの大きさは、例えば、DRAMの場合、世代ごとに大きくなっている、4Gbの世代には $3 \times 3 \text{cm}^2$ 程度以上となることが予想されており、この場合、パッケージを含めた面積はおよそ 12cm^2 程度となる。DRAMと同じように取り扱われるためには、この程度の大きさ以下でビット単価の安いメモリができることが望ましい。上記の面積内に貯えられる記憶容量としては、最低、動画が1時間程度記憶できる

ことが好ましく、帯域の圧縮されたデジタル画像信号を考慮すると12 Gbit程度、即ち、少なくとも1 Gbit/cm²程度の記録密度を備えている必要がある。

【0005】前記の要求に応えられる可能性を有するものとしては、STM (Scanning Tunneling Microscope) 或いはAFM (Atomic Force Microscope) などの、所謂、SPM (Scanning Probe Microscope) を用いたメモリがあり、盛んに研究されている。

【0006】例えば、H. J. MaminらによりIBM J. Res. Develop. Vol. 39, 681(1995)に詳しく紹介されている。これらは、図11に示したようなヘッド装置100を用いて情報信号を検出している。このヘッド装置100は一端がヘッド基板102に固定されて片持ちされた一般にカンチレバー103と呼ばれる梁の先端が、図11Bに示したように、半導体プロセスにより3角錐、4角錐などの形状に鋭く尖らされた信号検出部であるヘッド素子101(以下、単に「ヘッド素子」と略記する)を備えている。原子サイズのレベルまで鋭く尖ったヘッド素子101の先端を被測定物の表面、メモリの場合にはデータ表面に接近させ、ヘッド素子101と被測定物表面との間に働く原子間力、或いはその間に流れるトンネル電流を直接的或いは間接的に検出することにより情報を得ている。

【0007】B. D. TerrisらはAppl. Phys. Lett. 69(27), 4262(1996)に電子ビーム描画装置でディスク状媒体に適用できるデータパターンを作製し、そのパターンを、所謂、ガラス2P方法によりガラスディスク上に形成された紫外線硬化樹脂層に転写を行ってデータを作製し、そのディスクに記憶されたデータ信号をAFMにより再生したことを報告している。

【0008】また、H. J. Maminらは、高分子基板にAFMの先端を接触させ、AFMの先端をレーザで加熱し、その熱で高分子基板の表面を溶融させることによりデータの記録を行い、AFMにより高速再生を行っており、データ再生速度として1Mbit/secの結果を得ている(H. J. MaminによるSensors and Actuators A48, 215(1995))。更にまた、これらの報告における情報信号の記録再生装置では、1つのAFMヘッドを用いてディスク媒体を回転させながら記録再生を行っている。

【0009】そしてまた、H. Kadóらは、Appl. Phys. Lett. 66(22)2961(1995)で、シリコン基板上に白金薄膜を成膜し、更にその上にアモルファスGeSb₂Te₄を成膜し、導電性の先鋒なヘッド素子と白金薄膜との間にパルス電解を加えることにより記録を行い、再生は電気伝導率の違いを電流変化として検出することにより行っている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記AFMにおけるデータの検出では、前記原子間力はカンチレバ

ー103の機械的変位に変換されて、その変位をピエゾ抵抗効果或いはレーザー変位計により検出しているため、高速再生には適さない。また、記録媒体がディスク状であり、ディスクを回転させながら情報信号の記録再生を行う場合には、回転待ちに時間を要し、アクセス速度が遅くなるという欠点がある。

【0011】実効的なデータ転送速度を改善するためには、ヘッド装置を複数個用いて並列処理する方法がある。例えば、S. C. MinneらはAppl. Phys. Lett. 67(26)3918(1995)に、ヘッド素子の先端が100μm離された2個のAMFヘッド装置を並列に並べて5μm周期のグレーティングのイメージを再生している。この並列処理装置においては、2本のカンチレバーを深さ方向に個々に変位させるためにカンチレバーの一部に圧電効果を有するZnOを用いており、そして変位量を十分確保するためにカンチレバーが大きくなり(長さ420μm、幅85μm)、その結果として、機械的共振周波数が低くなり、データ転送速度が遅くなっている。従つて、AFMヘッド装置を複数個用いた場合においても、データ転送速度はそれ程改善されない。

【0012】また、この参考文献にあるような複数個のヘッド素子を用いたデータ再生装置(頭微鏡)では、被測定面に対して平行な方向での、各ヘッド素子と所望のデータの位置関係を知る、或いは補正する方式、機構は報告されておらず、メモリ装置として重要なデータのアドレス管理が行えないという問題も有する。予め、各ヘッド素子間の距離、位置関係が明確に判っており、かつ、いずれか1つのヘッド素子についてデータ面のアドレスとの位置関係が判っていたとしても、例えば、温度変化があった場合のヘッドアレイと記憶媒体基板との熱膨張係数の違いなどに起因して、各ヘッド素子と対応するデータ位置との相対関係は保てない。

【0013】更にまた、SPMを用いたメモリ装置では、図11に示したように、ヘッド装置100のヘッド素子101の先端が非常に尖っており、データ再生中に何らかの衝撃が加わった場合には、ヘッド素子の先端部以外にはデータ面に接触する可能性を有する部分が無いため、ヘッド素子とデータ面が接触した際には、局所的に非常に高い圧力が加わりデータを破壊する危険性がある。例えば、S. C. MinneらによるSensors and Actuators A48, 215(1995)では、ヘッド素子の先端部は球状で、その曲率は100nm以下であることが報告されている。また、カンチレバーのバネ定数は1N/mのオーダーである。何らかの衝撃が加わりヘッド素子の先端が10nmだけデータ面側に変位してデータ面に衝突する場合を考える。ここで、ヘッド素子の先端は半径10nmの平坦な円とみなす。この場合、平坦な円に加わる圧力は3×10⁷N/m²となり、非常に高い圧力が加わることになり、通常の材料では破壊を免れない。また、データが破壊されない場合においても、ヘッド素子

の先端が磨耗することにより、その先端の形状が変化し、強いては記録或いは再生の分解能が低下するという問題も生じる。

【0014】そしてまた、前記H. Kadoらの記録再生方法は、再生時の電流値は記録が行われていない場所では 10 pA であり、記録後の場所では 1 nA であるため、データ再生速度が遅い場合には再生信号帯域が狭いため十分な再生信号のS/Nは得られるが、データ再生速度が早い場合には信号周波数帯域が広がるため、信号電流が 1 nA 程度では十分な再生信号のS/Nは確保されない。以上記したようにSPMにも諸問題がある。

【0015】本発明は、このような諸問題を解決しようとするものであって、データが破壊されること無く、 μs オーダーのアクセス速度、 $1\sim10\text{ GB/cm}^2$ の記録密度、 Gb it/sec のデータ転送速度を有するROM及びWriteメモリ媒体を用いたデータなどの情報信号の記録再生方式などを得ることを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】従って、本発明は、平坦な記録面を備えたメモリ媒体に、2次元的に配列され、先端に $0\sim1\mu\text{m}^2$ 以下の面積の平坦部が形成されている複数のヘッド素子を備えたヘッド装置を対向させて、隣接する前記ヘッド素子間の距離以上に前記メモリ媒体と前記ヘッド装置とを相対的に移動させながら、前記記録面の所定位置に情報信号を 1 Gbit/cm^2 以上の記録密度の形式で記録し、または所定の前記記録面に予め記録されている前記形式の情報信号を前記ヘッド装置にて再生する情報信号の記録再生方式を探って、前記課題を解決している。

【0017】従って、本発明の情報信号の記録再生方式を探れば、情報信号を 1 Gbit/cm^2 以上の高記録密度で記録でき、しかも μs オーダーのアクセス速度及び Gb it/sec のデータ転送速度で情報信号を処理することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図を用いて本発明の実施例を説明する。先ず、図1乃至図4を用いて、本発明の各種ヘッド素子を説明する。図1は本発明の第1の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図であり、図2は本発明の第2の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図であり、図3は本発明の第3の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図であり、そして図4は本発明の第4の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図である。

【0019】先ず、図1を用いて、本発明の第1の実施例のヘッド素子を説明する。図1Bに示したように、従来のヘッド素子の先端は原子サイズレベルの変化をも検出できるほど尖っており、拡大してみると、非常に小

さい曲率の半球と見なされ、ヘッド素子とメモリ媒体とが接触した際に局所的に非常に高い圧力が生じ、メモリ媒体上のデータが破壊される恐れがあることを前述した。図1に、この欠点を解決したヘッド素子を例示した。図1において、符号1Aは本発明のヘッド素子を指す。このヘッド素子1Aは前記衝突時にメモリ媒体に加わる圧力を低減するために、情報信号検出部或いは情報信号検出電極であるヘッド素子1Aの先端部2が、符号3で示したように、平坦に形成されている。ヘッド素子1Aの先端の大きさは 1 Gbit/cm^2 以上の密度で記録されている情報信号を検出することを考慮すると、大きくとも $0.1\mu\text{m}^2$ 以下である必要がある。

【0020】平坦部3にする面積が広いほど衝突時の力が分散されるため、データ破壊の確率は低減される。例えば、再生(検出)しようとしているデータのセルサイズが $0.1\times0.1\mu\text{m}$ であり、この大きさの凹部があるか無いかでデータの“1”、“0”的判断をする場合には、再生時の空間分解能としてはセルサイズと同じ程度でよい。仮に、分解能をセルサイズの $1/2$ の $0.05\times0.05\mu\text{m}$ とすれば、ヘッド素子1A先端部2の平坦部3の大きさは同程度でよく、従来技術の問題点の項で採り上げた衝突時の接触面積が半径 10 nm の円から一辺が $0.05\mu\text{m}$ の正方形になり、面積比で凡そ8倍となり、それだけ衝突時の衝撃が低減される。なお、ここで用いている「平坦」という意味は、完全な平坦な状態を指すものではなく、表面が多少荒れているもの、或いはデータセルサイズと同程度或いはそれ以上の緩やかな曲率を有する形状でもよい。

【0021】ヘッド素子の先端部を平坦にすることだけでも衝突時の衝撃を低減する効果はあるが、図2に示した本発明の第2実施例のヘッド素子1Bのように、導電性がある先端部2の周辺部4を非導電性材料で形成し、情報信号記録部或いは検出部である前記先端部2の平坦部3の面積を実質的には広げず、衝突時のメモリ媒体との接触面積を広げる構造で構成すると一層効果的になる。

【0022】また、ヘッド素子の先端部の形状を従来のAFMなどに用いられていた角錐とか針状ではなく、図3に示した本発明の第3実施例のヘッド素子1Cのように、非導電性材料の基板5の表面に、その先端部2を薄膜状に形成することにより、その先端部2の平坦性を一層容易に確保することができる。このヘッド素子1C及び図2に示したヘッド素子1Bの先端部2の形状であれば、例えば、凹凸により情報信号が記録(記憶)されているメモリ媒体の再生を行う場合には、それら先端部2の平坦部3をメモリ媒体の凹部の面積に比べて広くすることができるため、それらの先端部2が凹部に誤って食い込むことがなく、従って、先端部2が凹部に誤って食い込むことによって生じる再生信号のエラー或いはデータ面の機械的破壊を本質的に防ぐ効果がある。

【0023】更にまた、図4に示した本発明の第4実施例のヘッド素子1Dのように、基板5の表面に、その先端部2を柱状の構造で形成することにより、その先端部2の端が磨耗により削られても、先端部2の大きさは変化しない。即ち、記録或いは再生の空間分解能は低下しない。

【0024】前記のように、各ヘッド素子の先端部の平坦部の面積を拡大させ、接触面積を広くすることにより、一方では摩擦、磨耗によるメモリ媒体のデータ面の劣化が懸念される。メモリ媒体のデータ面或いはヘッド素子の先端部2の保護のために、いずれか一方或いは双方に、摩擦係数が小さく、かつ、硬度の大きい導電性材料を形成することが望ましい。例えば、スパッタ法或いはCVD法によりカーボン或いは水素化カーボン（ダイアモンドライカーボン）の膜を被覆するとよい。更にこのような膜の上に高分子材料の潤滑剤を薄く塗布することも有効である。高分子潤滑剤は導電性を有していることが望ましいが、それが絶縁性であっても、膜厚が薄い場合には交流電流での再生を行うことができる。

【0025】次に、データ再生を高速化する解決方法を説明する。大容量のデータを瞬時に再生するためにはデータ転送速度を速くすることとアクセス速度を速くすることが必要である。データ転送速度を速くするためにには、広い帯域でも十分なS/Nを確保することと、機械の共振周波数で制限される再生方式など、速度に本質的に制限のない再生方法を用いることが重要である。AFM、STMなどは空間分解能は非常に高いものの、原子間力或いはトンネル電流といった非常に微弱な力或いは電流による出力のため、大きな再生信号を得ることは難しい。従って、広帯域で十分なS/Nを得ることは難しい。

【0026】そこで、本発明の情報信号の再生方式は、“1”、“0”的データを電流のスイッチに対応させ、電流が流れるか流れないとにより再生を行う再生方法を用いる。図5は、その本発明の情報信号の記録再生方式を説明するための実施例である情報信号の再生装置の概念図であり、図6は本発明の情報信号の記録再生方式に用いて好適なメモリ媒体の概念的平面図であり、そして図7は本発明の情報信号の記録再生方式に用いて好適なヘッド装置の概念的平面図である。

【0027】図5において、符号10は本発明の実施例である情報信号の記録再生装置を指す。この記録再生装置10は6に示したメモリ媒体20、図7に示したヘッド装置30、電源11、增幅器12などから構成されている。なお、本明細書において、「記録再生装置」とは「記録及び再生」の両機能を備えた装置だけでなく、「記録」のみ機能、或いは「再生」のみの機能の装置をも含むことを予め断つておく。本発明のメモリ媒体20は、図5及び図7に示したように、四辺形の平板状の導電性基板21上に導電層22が形成された構造のもので

あって、その導電層22の記録表面を、図6に示したように、特定の一つのヘッド素子1が再生を行えるメモリ媒体20上のデータエリアの単位にである、例えば、基盤面状に複数のセクター23に区切り、各セクター23に情報信号を凹凸状に記録する。

【0028】また、前記ヘッド装置30は、図5及び図7に示したように、基板5上に多数のヘッド素子1（前記ヘッド素子1A、1B、1Cのいずれでもよい）を、それぞれ所定の2次元配列で、例えば、X方向、Y方向に前記メモリ媒体20の各セクター23に1対1で対応させてマトリックス状に、少なくとも隣接するX方向のヘッド間距離（ピッチ）はP_aで、Y方向のヘッドピッチはP_bで形成されている。即ち、1つのヘッド素子1は1つのセクター23を記録領域或いは再生領域として受け持つ。

【0029】次に、本発明の記録再生装置10を用いた本発明の情報信号の再生方法を説明する。図5には、情報信号がそれぞれのセクター23に凹凸状に予め記録された前記メモリ媒体20に前記ヘッド装置30を接触させて再生する場合の原理を示したものであるが、メモリ媒体20の導電性基板21とヘッド素子1との間に電源11から電界を掛ける。図示していないがヘッド素子1とメモリ媒体20とには、両者を適度に接触させるための機構が設けられていて、メモリ媒体20の凸部にヘッド素子1が接触した時のみ、そのヘッド素子1からメモリ媒体20へ電流が流れる。この電流を増幅器12で電流電圧変換し、増幅することにより大きな信号電圧が得られる。

【0030】例えば、ヘッド素子1のメモリ媒体20に接触する接触面積が $0.05 \times 0.05 \mu\text{m}^2$ の場合、電流密度を $5 \times 10^8 \text{ A/m}^2$ と仮定すると、ヘッド素子1が凸部に接触した時のみ $1.4 \mu\text{A}$ の電流が流れることになる。仮に $500 \Omega \text{hm}$ の抵抗により電流電圧変換を行うとすると出力電圧は $70 \mu\text{V}$ となり、再生信号帯域が 10 MHz であっても十分なS/Nが得られる。電流電圧変換を行う抵抗として $500 \Omega \text{hm}$ を用いたとき、理想的な場合のノイズとしては抵抗の熱雑音が支配的となる。信号帯域を 10 MHz 、温度を 300 K とした場合の熱雑音電流は 57nA と計算される。このノイズ電流に阻害されることなくデジタル信号を再生するために必要な信号電流は、低くて 200nA 、望ましくは 570nA 必要となる。前記の電流密度での再生を仮定すると、ヘッド素子1のメモリ媒体20に接触する接触面積は小さくて $0.0004 \mu\text{m}^2$ 、望ましくは $0.0011 \mu\text{m}^2$ 程度となる。接触部を正方形とすると、それぞれ $0.02 \times 0.02 \mu\text{m}$ 、 $0.033 \times 0.033 \mu\text{m}$ の大きさになる。

【0031】図5に示した実施例では、ヘッド素子1には直流の電界を印加しているが、交流でもよい。ヘッド素子1或いはメモリ媒体20の再生表面に極薄い絶縁層

が形成されている場合、或いはヘッド素子1とメモリ媒体20の再生表面との間に極薄い空気などによるスペースが形成されている場合には、周波数の高い交流電界を印加する方が望ましい。

【0032】また、静電気力によりメモリ媒体20とヘッド装置30とを接触させるようなフォーカス機構を用いる場合には、信号検出用の電界とフォーカス機構用の電界とが干渉する恐れがあり、それを避けるためにも、信号検出用の電界は交流、しかもヘッド装置30の可動部の共振周波数よりかなり高い周波数を用いることが望ましい。

【0033】前記のH. Kadoらは、Appl. Phys. Lett. 66(22) 2961(1995)で報告しているように、アモルファスGeSb₂Te₄を用い、記録前、記録後の電気伝導率の変化を利用して記録可能なメモリ媒体を用いて情報信号の再生を行っているが、再生信号電流が1nAと微弱であるため、高速の再生は困難である。これは、再生に用いる電流値を大きくしようとすると、メモリ媒体20の未記録部分の伝導率が変化するため、即ち、記録が行われてしまうため、電流を大きくとることができないという制約から生じている。再生時に電流を大きくするためにには、未記録部分への記録が始まる電流値を大きくする必要があり、それには材料の組成、膜厚を変えるか、ヘッド素子の形状を変えるかのいずれかが有効である。

【0034】前記実施例のように、再生専用のメモリ媒体20では、記録の心配が少ないとから電流の上限を高めることができた。記録可能(Writable)型のメモリ媒体では、記録のメカニズムにより記録開始電流の制御方法が異なるが、一般には、電流を流すことにより発生する熱により記録が行われるものと、局所的に作られる高い電界により記録が行われるもの、ヘッド素子(プローブ)とメモリ媒体との衝突時の圧力により記録を行うものに大別することができる。これらの記録メカニズムではいずれもヘッド素子(プローブ)の先端を先鋒にすればするほど、記録開始電流は小さくなり、従って、大きな再生電流を得ることは困難になる。このような観点からも、ヘッド素子(プローブ)の先端を平坦構造とすることが望ましく、これにより10nA以上の再生信号電流を得ることが望ましい。

【0035】高速アクセスを行うためには、可動部ができるだけ小さく、軽く、移動距離が短いことが望ましい。ハードディスク装置や光ディスク装置などのディスク媒体利用装置では、通常、記録面1面当たり1個のヘッドが搭載されており、ディスクの半径方向へはスイングアーム或いはリニアアクチュエータで動く仕組みで構成されている。このようなディスク媒体に対しては、磁気ヘッドを半径方向へ多数並べて1個当たりの移動距離を少なくするように所望な半径位置へのアクセス速度を改善できるが、実際には、磁気ヘッド或いは光ヘッドは

1個当たりのコストが高いこと、及び体積も大きいために、メモリ装置が大きくなるという欠点があり、前記のように多数の磁気ヘッドを配列してアクセス速度を改善する方法は採られていない。

【0036】しかし、本発明のヘッド装置30は極めて小さく、複数個のヘッド素子の作製も容易であることから(後記する)、図5に一例を示したようにマルチヘッドとすることができる。この他に、例えば、ディスクのように回転するメモリ媒体の半径方向にヘッドを複数個並べ、各ヘッドが少なくとも隣接ヘッド間のピッチ以上に半径方向に移動させることにより全ての記録情報信号にアクセスさせることができる。例えば、ヘッドピッチが1mmである場合には、1mm移動するだけでよいため、所望のトラックへ瞬時にアクセスすることができる。

【0037】しかし、このような方法を採っても、回転型ディスク媒体では必ず回転待ちの時間を要する。ディスク媒体の回転数を上げ、高速で回転させる方法もあるが、スピンドルモータの安定性、信頼性で問題がある。本発明では、図5乃至図7に示したように、複数個のヘッド素子1をマトリックス状に配列したヘッド装置30を用い、このヘッド装置30をメモリ媒体20の記録表面に接触させ、そのヘッド装置30とメモリ媒体20とをヘッド素子1のピッチPだけ相対的に移動させることによりアクセス速度を向上させている。XY方向への移動は、例えば、ステッピングモータ、DCモータ、ピエゾアクチュエータによりヘッド装置30が装着されている可動ステージを移動させることにより行うことができる。ヘッド素子1のピッチPが2mm、即ち、ヘッド装置30のヘッド素子1の密度が2.5ヘッド素子/cm²の場合、データ位置までの凡その移動距離は1mmで、アクチュエータの平均駆動速度を1m/sとすると、アクセス速度は1msとなり、従来の回転型ディスク媒体での回転待ち時間と比較して数倍以上早くなる。更に、ヘッド素子のピッチPを、例えば、0.2mmと短くすると、アクセス速度は100μsとすることができます。

【0038】前記のように、複数個のヘッド素子1を具備したヘッド装置30によりメモリ媒体20に記録されている情報信号を再生する場合には、メモリ媒体20の複数セクタ23のデータを複数個のヘッド素子1で同時に再生することができる。長さが長い情報信号の場合は、その長い情報信号を連続して1つのヘッド素子1により再生を行うよりも、その長い情報信号をメモリ媒体20上の異なるセクタ23に分散させて予め記録しておけば、再生時には、ヘッド装置30の複数個のヘッド素子1を複数のセクタ23に対向させて同時に走査することにより、その記録された長い情報信号を短時間に再生することができる。

【0039】また、再生速度の問題以外にも、前記のように、情報信号を分散させて記録しておけば、或るセク

タ23のデータが破壊されたり、或るヘッド素子1が故障した場合においても、全てのデータが再生できなくなることはなく、適当なエラーコレクションを用いることによりエラーのない再生を行うことができる。従って、情報信号を異なるセクタ23に分散して記録しておくことは有効である。

【0040】更に、前記ヘッド装置30とメモリ媒体20との組合せによる情報信号の記録再生装置10を複数台組合せ、異なる記録再生装置10に同じ情報信号系列の情報信号を分散させて記録或いは再生を行うことにより、信頼性を向上させ、或いは実効的なデータ転送速度を向上させることができる。

【0041】次に、前記記録再生装置10におけるアドレッシング方法を説明する。情報信号の再生には、所望の情報信号がメモリ媒体20のどの位置に記録されているかを知り、その位置へヘッド装置30をアクセスさせる必要がある。そのためには、情報信号の位置情報を知ること、その位置へヘッド素子1を移動させること（面内方向及び深さ方向）が必要である。ここで面内方向（X、Y方向）での位置合わせを便宜上「ポジショニング」、深さ方向への位置合わせを便宜上「フォーカシング」と呼ぶことにする。

【0042】記録時或いは再生時に、前記メモリ媒体20の各セクタ23に前記ヘッド装置30の各ヘッド素子1を対向させて、各セクタ23へのヘッド素子1のポジショニングを行うには、ヘッド装置30全体を移動させ、或いはヘッド装置30を固定してメモリ媒体20を移動させて行う方法が好ましい。ポジショニングを行うためには、各ヘッド素子1が面内方向に移動しなければならない距離はほぼ隣接するヘッド素子1間のピッチP程度である。例えば、各ヘッド素子1間のピッチPが0.1×0.1mmである場合、0.1mm以上移動できなければならない。仮に、個々のヘッド素子1毎に独立してポジショニングを行おうとすると、各ヘッド素子1がそれぞれ0.1mm以上移動できるアクチュエータを具備しなければならない。即ち、隣接するヘッド素子1間のピッチPだけ移動させる機構を各ヘッド素子1間隔以内に形成しなければならず、これは困難なことである。この方法に対して、ヘッド装置30全体を0.1m程度移動させることは何ら問題ではない。

【0043】ただし、ヘッド装置30を移動する場合には、個々のヘッド素子1と再生したい情報信号位置との微細なポジショニングを行う場合には不利となる。これはヘッド装置30の作製時に生じるヘッド素子1間のピッチPの誤差、メモリ媒体20の作製時に生じる情報信号間隔の誤差、或いは使用環境の変化、例えば、温度、湿度により、メモリ媒体20とヘッド装置30との膨張係数が異なる場合に生じる位置合わせの誤差を補正できないからである。この誤差の補正（以下、これを「ファインポジショニング」と呼ぶ）を行うには、各ヘッド素

子1毎に微小な距離移動させることができると想定されるアクチュエータを具備させることができるのである。前記の0.1mm移動させる場合に比較して、このファインポジショニングの場合は、多く見積もってもヘッド素子1間のピッチPの1/10の距離だけ移動させることができれば十分であるので、例えば、圧電素子を用いた小型のアクチュエータで十分に対応することができる。従って、本発明におけるヘッド装置30の制御は、ヘッド装置30全体を移動させるポジショニング（コースポジショニング）と個々のヘッド素子1を微細に移動させるファインポジショニングとの2段階で行う。

【0044】この2段階制御の他に、より簡素化した記録再生方法がある。コースポジショニングのみを行い、ファインポジショニングは行わない方法である。この場合、コースポジショニングにより各ヘッド素子1を再生を行いたい位置或いは記録を行いたい位置へおよそ移動させた後、その周辺の情報信号をまとめて再生し、或いは記録を行い、再生については、得られた情報信号をバッファメモリに蓄積し、その後に信号処理により所定の位置のデータを特定する方法である。情報信号が、例えば、1列に沿って記録されており、この列をトラックと呼ぶと、トラックに沿って情報信号を再生するということ、即ち、トラッキングは掛けられていない状態での再生になる。この場合には、少なくともトラックの周期（ピッチ）の倍以上の周期で情報信号を再生すれば、後の信号処理により情報信号の復元が可能となる。情報信号が2次元に記録されている場合には、X方向、Y方向それぞれに、その周期の倍以上の周期で情報信号を再生すればよい。ここでヘッド素子1の先端部の大きさとしては空間分解能が高いことが望ましい一方、信号電流を大きく取るために大きな方がよいため、ヘッド素子1の長さとしては前記トラックのピッチの1/10以上1/2以下であることが望ましい。

【0045】また、バッファメモリへ蓄積される情報信号は信号処理を容易に行うために時間的に連続ではないデジタル信号が望ましい。信号をバッファメモリへ取り込むサンプリング周期としては、情報信号のセルサイズ或いは1ビットに相当する長さ分だけ、コースポジショニングでアクチュエータで移動する時間の半分以下であることが望ましい。

【0046】メモリ媒体20、ヘッド装置30とともに平滑性、平面性が極めて良い場合には、フォーカシングは必要ないが、実際には、温度、湿度による変形、膜の応力による反りなどにより平面性を保つことは困難である。例えば、メモリ媒体20の大きさが $2 \times 2 \text{ mm}^2$ で反りの角度が2度とすると、メモリ媒体20の両端では深さ方向に70μm高さが異なることになる。前記のポジショニングと同様に、この程度の距離を移動させるアクチュエータ機能を各ヘッド素子1毎に持たせることは困難であり、従って、このような場合も、前記の場合と

同様に、2段階制御方法が有効である。

【0047】 大まかなフォーカシングの役割を担うものとしては、ヘッド装置30及びメモリ媒体20を平坦にするという方法が簡単で望ましい。そのためには双方の基板材料に弹性率が大きく、厚さが厚いものを用いること、ヘッド装置30の基板には弹性率が大きく、厚さが厚いものを用い、一方、メモリ媒体20の基板には弹性率が小さく、厚さが薄く、容易に変形できる材料を用い、記録再生時には、メモリ媒体20を平坦なステージ上に密着させる、或いはヘッド装置30で押さえ込む。このような手段を採ることにより所望の平坦度を得ることができ。変形を生じない、弹性率が大きい材料としては、ガラスなどのセラミック、シリコン、アルミニウム、ステンレススチールなどの金属が有用であり、容易に変形する材料としては、アクリル、ポリカーボネート、ナイロンなどの高分子材料が有用である。また、ステージ或いはヘッド装置30への密着には静電力を用いることが有効である。

【0048】 フайнフォーカシングは各ヘッド素子1に独立に深さ方向に約10μm以下ほど移動できるアクチュエータ機構を搭載させることができ。例えば、静電力或いは圧電素子を用いることにより実現できる。ヘッド素子1がメモリ媒体20に接触しているか否かは再生信号系或いは記録回路でのインピーダンスをモニタすることにより判定できるため、この信号を用いてフィードバックを掛け、安定に制御できる。このファインフォーカシング機構は、前記のように、個々のヘッド素子1に設けてもよく、また、隣接する複数個のヘッド素子1当たりに1つ設けてよい。

【0049】 メモリ媒体20には、情報信号とは別に、ヘッド素子1或いはヘッド装置30に対するメモリ媒体20との相対位置を知らせるためのアドレス信号が記録されている。アドレス信号はセクタ23内の2次元位置情報を知らせる信号で、凹凸によりメモリ媒体20に予め記録しておいてもよいし、記録時にヘッド装置30で記録した信号を用いてもよい。

【0050】 次に、前記メモリ媒体20の作製方法を説明する。再生専用のメモリ媒体20は基板表面に形成された微細な凹凸を信号として用いることが望ましい。コンパクトディスクと同様に、ホトリソグラフィ或いは電子線描画装置で微細な凹凸パターンが形成された原盤を作製し、これを金型として射出成形或いは押し出し成形により基板と一体で形成することができる。または、基板に、別途、紫外線硬化樹脂を塗布し、これに、所謂、2P法(Photo Polymerization)で凹凸を形成することができる。基板としては、アクリル、ポリカーボネートなどの高分子材料の他、ガラス或いは金属などを用いることができる。

【0051】 記録可能なメモリ媒体20は、凹凸のない平坦な基板或いはアドレス信号用に前記のような方法に

よりメモリ媒体20の一部に凹凸が形成された基板の上に、局所的な電界、電流、熱、圧力などの印加により印加前と印加後とでヘッド素子1とメモリ媒体20とのインピーダンスが局所的に変化する材料を形成する。そのような材料としては、例えば、前記参考文献に見られるようなアモルファスGeSb₂Te₄や、熱や圧力で溶解、変形する高分子材料、電荷を蓄積するキャパシタ或いは強誘電体材料などを挙げることができる。

【0052】 ヘッド素子1或いはヘッド装置30はシリコン、ガラスなどの平坦な基板上に半導体プロセスを用いて形成することができる。ファインフォーカシングのための可動部はマイクロマシニング技術で片持ち梁、両端固定ビーム、ビームで基板に支持されたメンブレンなどにより形成する。ヘッド装置30の基板内にはフォーカスサーボ用コントローラ、ヘッドアンプ、電流ドライバなどのICが集積されて搭載されていてもよい。

【0053】 次に、図8乃至図10を用いて、ヘッド装置30の作製方法の実施例を説明する。図8は本発明の第1実施例のヘッド装置の製造方法を説明するための製造工程の内の前半の工程図であり、図9は図8の前半工程に次ぐ後半の工程図であり、そして図10は本発明の第2実施例のヘッド装置の製造方法を説明するための製造工程図である。

【0054】 先ず、図8の工程(1)において、前記ヘッド装置30の基板5に相当するものとして、不純物濃度が比較的高い(即ち、導電性を有する)シリコンウエハの基板31を用意する。既に信号処理回路、電流ドライバなどの回路が形成されていてもよい。次に、工程

(2)において、前記基板31の表面に、マイクロマシニング技術で犠牲層と呼ばれる、断面が台形状の形状の膜の堆積をパターニングにより形成する。この堆積は後にエッティングで除去されるものである。材料はホトレジスト、アルミニウム、SiO₂などで以後に使用される材料との兼ね合いにより適宜選択する。ここでは露光、現像後のホトレジストをそのまま用いている。符号32はこのホトレジストパターンである。

【0055】 次の工程(3)においては、後に上下方向へファインフォーカシング機構のために動くバネ部材となる1～数μmの厚さの材料を成膜する。実施例ではアルミニウム合金33を用いている。そして、工程(4)に示したように、前記アルミニウム合金膜33のパターニング34を行う。このパターニング34は前記台形状のホトレジストパターン32のほぼ中央部上に形成されたアルミニウム合金33に複数本のバネの役割を持つたすもので、その周辺部は基板31の周辺部に固定されるようとする。工程(4)の図Bは図AにおけるA-A線上における断面図である。

【0056】 次に、工程(5)において、前記台形状のホトレジスト32のほぼ中央部上に形成された前記アルミニウム合金33の中央部にホトレジスト35によ

り、1辺がアルミニウム合金33の膜厚以下の微小な正方形のパターンを形成する。そして次の工程(6)では、磷酸を用いて前記アルミニウム合金33を等方性エッティングを行う。この時、エッティングが進むことにより、前記正方形のホトレジスト35とアルミニウム合金33とが完全に離れる前にエッティングを終了して、アルミニウム合金33の先端に平坦部が残るようにしておく。

【0057】これを次の工程(7)で酸素を含有するガス雰囲気中でアニールする。アニールすることにより、アルミニウム合金33部分に生じる応力を緩和でき、そしてヘッド素子の先端部分(微小ホトレジスト35と接触している部分)以外の部分のアルミニウム合金33の表面を酸化し、その表面を絶縁性にできる。

【0058】このアニール処理の後、工程(8)で台形状のホトレジスト32及び微小ホトレジスト35をレジスト剥離剤で除去する。かくして、アルミニウム合金33部分と基板31(図3及び図4における基板5に相当)との間は空洞6となり、その空洞6上方の台形状のアルミニウム合金33はバネ7となり、そのバネ7の中央部には先端2が平坦3なヘッド素子1が形成されることになる。なお、このヘッド素子に付した符号は図3及び図4に示したヘッド素子に付した符号と整合をとめて付したものである。

【0059】そして、最後にシリコン基板31に電極を設置し、DCバイアス電圧を印加し、表面に導電性を有するアルミニウム合金平坦部に選択的にアモルファス水素化カーボンをCVD(Chemical Vapor Deposition)法により成膜して、所望のヘッド素子1を得ることができる。なお、この実施例の説明に用いた図8及び図9には、1個分のヘッド素子だけを図示して説明したが、この実施例の製造工程を用いると、基板31上に多数のヘッド素子を同時に形成でき、また、同時に多数のヘッド装置30を製造できることを付言しておく。

【0060】次に、図10を用いて、本発明の第2実施例のヘッド装置の製造方法を説明する。この製造方法は図4に示した柱状ヘッド素子1Dを製造するためのものである。先ず、工程(1)において、少なくとも表面に導電性を有する基板41の表面に1μm程度の厚い絶縁性材料の膜42で覆う。この絶縁性膜42の材料としては、例えば、酸化珪素、窒化珪素、ホトレジスト、ポリイミドなどを用いることができる。

【0061】次に、工程(2)において、ヘッド素子の柱状先端部に相当する部分以外の部分に前記絶縁性膜42のエッティングに耐える材料でマスク43を形成する。このマスク43の形成にはシンクロトロン放射光を用いたX線リソグラフィまたはArFエキシマレーザのような波長の短い紫外線によるホトリソグラフィを用いることが望ましい。

【0062】続いて、工程(3)で、ヘッド素子1Dの

先端部に相当する部分の絶縁性膜42をRIE(Reactive Ion Etching)により異方的に除去し、先端形成部44を形成する。次に、マスク43を除去し、次の工程

(4)で、導電性基板41を電極としてメッキによりニッケルなどの金属で先端部2を前記先端形成部44に形成する。先端部2が形成された後、その先端表面の平坦性を改善するための仕上げ研磨を行う。かくして、図4に示したような柱状先端部2を備えてヘッド素子1Dが得られる。この実施例の場合も、用いた図10には、1個分のヘッド素子だけが形成される状態を図示して説明したが、この実施例の製造工程を用いると、基板41上に多数のヘッド素子を同時に形成でき、また、同時に多数のヘッド装置30を製造できることを付言しておく。

【0063】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明の情報信号の記録再生方式及びその記録再生装置によれば、μsオーダーのアクセス速度、1~10GB/cm²の記録密度、Gbit/sオーダーのデータ転送速度を有するROMシステム及びWritableメモリシステムを得ることができる。

【0064】従って、本発明の情報信号の記録再生装置は、半導体メモリに比べると、速さ、信頼性の点では劣るもの、ビットコストで2桁以上の差があるため、様々な技術方面に応用することができる。即ち、CD、MD、電子ゲーム機、DVD、ビデオカメラなど光ディスク、磁気記録を用いているアプリケーションの置き換えを考えられる。特に、携帯性が問われるウォークマン、デジタルカメラ、更にラップトップ、携帯端末などのハードディスクの置換に効果的である。

【0065】更に、本発明の情報信号の記録再生方式及びその記録再生装置は、膨大なデータ量を扱い、そして高速検索、高速アクセスが要求される音声認識、画像認識などの認識データベース或いはビデオデマンド配信用のデータバンクなどへの応用に非常に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図である。

【図2】 本発明の第2の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図である。

【図3】 本発明の第3の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図である。

【図4】 本発明の第4の実施例を示すヘッド素子の先端部の形状を示す一部拡大側面図である。

【図5】 本発明の情報信号の記録再生方式を説明するための概念図である。

【図6】 本発明の情報信号の記録再生方式に用いて好適なメモリ媒体の概念的平面図である。

【図7】 本発明の情報信号の記録再生方式に用いて好適なヘッド装置の概念的平面図である。

【図8】 本発明の第1実施例のヘッド装置の製造方法

を説明するための製造工程の内の前半の工程図である。

【図9】 図8の前半工程に次ぐ後半の工程図である。

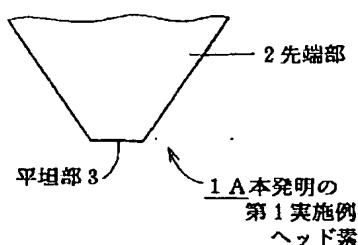
【図10】 本発明の第2実施例のヘッド装置の製造方法を説明するための製造工程図である。

【図11】 従来技術のヘッド装置の概念図であって、同図Aはその側面図同図Bはそのヘッド素子の一部拡大側面図である。

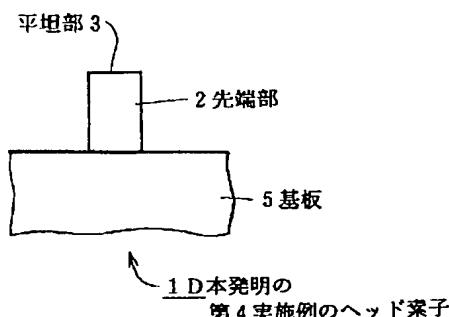
【符号の説明】

1 A, 1 B, 1 C, 1 D…本発明の実施例のヘッド素子、2…先端部、3…平坦部、4…周辺部、5…基板、7…バネ、10…本発明の情報信号の記録再生装置、11…電源、12…増幅器、20…メモリ媒体、21…導電性基板、22…導電層、23…セクタ、30…本発明のヘッド装置

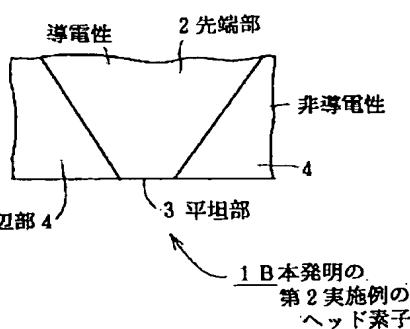
【図1】



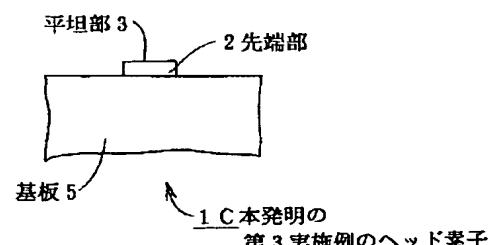
【図4】



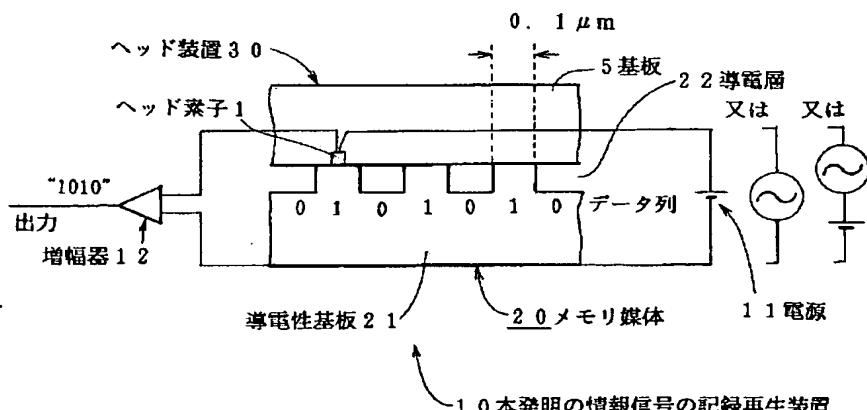
【図2】



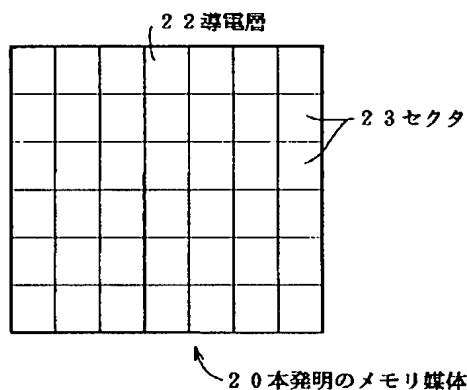
【図3】



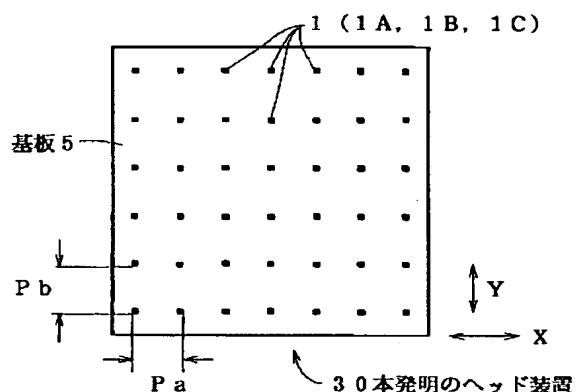
【図5】



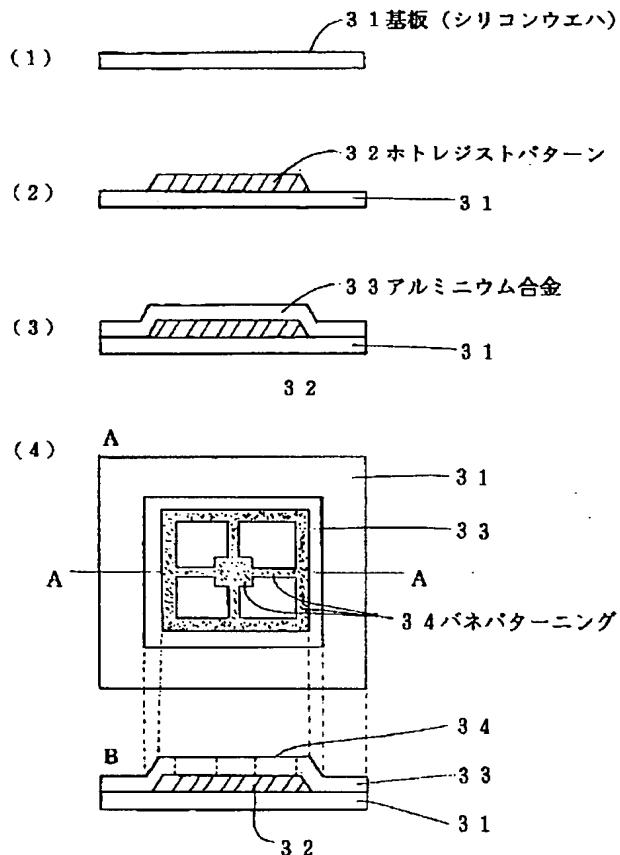
【図6】



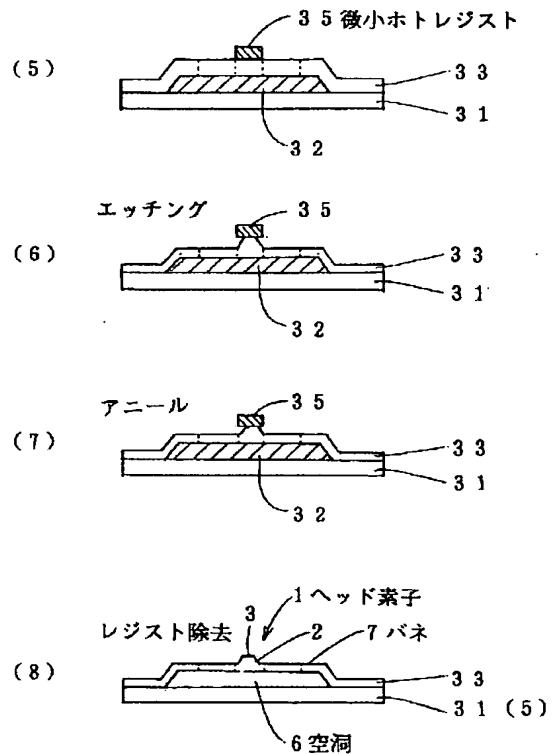
【図7】



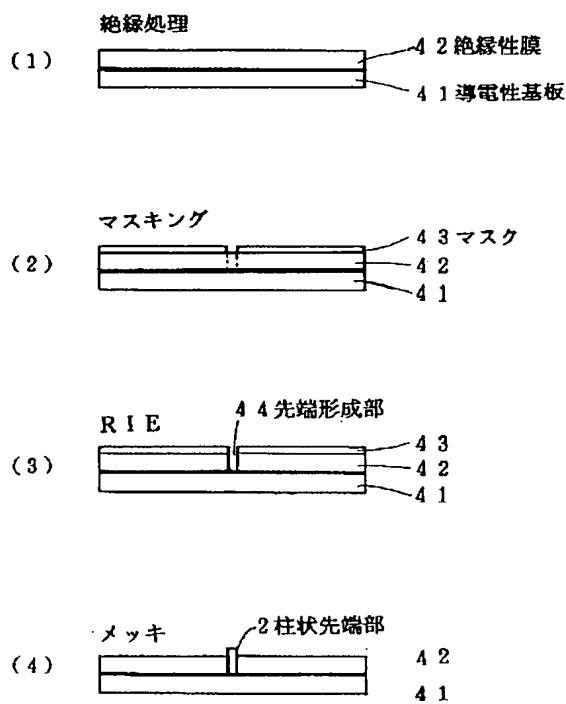
【図8】



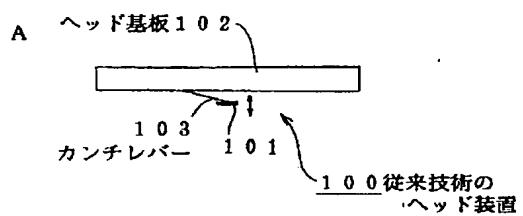
【図9】



【図10】



【図11】



B